

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Колебания и волны в энергетических установках Б1.В.ДВ.8

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Ларионов В.М.

Рецензент(ы):

Митрофанов Г.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Кашапов Н. Ф.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No 868138719

Казань

2019

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Ларионов В.М. кафедра технической физики и энергетики Инженерный институт, Larionov.kfu@gmail.com

1. Цели освоения дисциплины

Учебная дисциплина "Колебания и волны в энергетических установках" относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин учебного плана подготовки бакалавров и имеет своей целью формирование у обучающихся перечисленных ниже компетенций, основанных на усвоении современных методов расчета тепломассообмена в колеблющихся потоках. Курс опирается на знания по курсам "Теоретическая механика. Механика сплошных сред" и "Механика жидкости, газа и плазмы".

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 16.03.01 Техническая физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Курс "Колебания и волны в энергетических установках" излагается в первом семестре. Знания, полученные студентами при изучении курсов "Теоретическая механика. Механика сплошных сред" и "Механика жидкости, газа и плазмы", обеспечивают данную дисциплину. После ознакомления с курсом лекций студенты должны уметь квалифицированно подходить к постановке задач, выбору объектов исследования в связи с их строением и структурой при решении научных и научно-прикладных проблем.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	готовностью к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов
ПК-13 (профессиональные компетенции)	способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

сущность физических явлений протекающих при нелинейных колебаниях в энергетических установках;

основные нелинейные эффекты, возникающие при резонансных колебаниях ;

роль эксперимента в технической физике, принципы его реализации и контроля качества объектов исследования; сведения об основных типах измерительных приборов и комплексов; метрологическое обеспечение технической физики, основные принципы измерения, методы обработки результатов и оценки погрешностей.

2. должен уметь:

применять методы математической и теоретической физики для расчета колебаний и волн в энергетических установках;

выполнять измерения и экспериментальные исследования различных объектов технической физики;

планировать необходимый эксперимент и использовать информационные технологии для обработки и оценки погрешностей полученных данных.

3. должен владеть:

методами теоретического и экспериментального исследования, колебаний и волн в различных энергетических установках;

методами выполнения физико-технических расчетов и определения экономической эффективности исследований и разработок;

стандартными пакетами программ компьютерной графики и моделирования;

навыками монтажа, наладки и технической эксплуатации аналитического и технологического оборудования.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики и энергетики с учетом экономических и экологических требований;

готовность и способность применять физические и технические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области технической физики и энергетики.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение	7		2	0	0	
2.	Тема 2. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах	7		4	0	0	
3.	Тема 3. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах	7		0	4	0	
4.	Тема 4. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах	7		0	4	0	
5.	Тема 5. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах	7		0	4	0	
6.	Тема 6. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах	7		0	4	0	
7.	Тема 7. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах	7		0	0	0	Контрольная работа
8.	Тема 8. Резонансные колебания газа в закрытой трубе	7		6	0	0	
9.	Тема 9. Резонансные колебания газа в закрытой трубе	7		0	4	0	
10.	Тема 10. Резонансные колебания газа в закрытой трубе	7		0	0	0	Контрольная работа
11.	Тема 11. Резонансные колебания газа в трубе с открытым концом	7		6	0	0	
12.	Тема 12. Резонансные колебания газа в трубе с открытым концом	7		0	4	0	
13.	Тема 13. Резонансные колебания газа в трубе с открытым концом	7		0	0	0	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
14.	Тема 14. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах	7		6	0	0	
15.	Тема 15. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах	7		0	4	0	
16.	Тема 16. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах	7		0	4	0	
17.	Тема 17. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах	7		0	0	0	Контрольная работа
18.	Тема 18. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах	7		6	0	0	
19.	Тема 19. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах	7		0	3	0	
20.	Тема 20. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах	7		0	3	0	
21.	Тема 21. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах	7		0	0	0	Контрольная работа
21.	Тема 21. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах	7		0	3	0	
22.	Тема 22. Влияние градиента температуры на резонансные колебания	7		6	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
23.	Тема 23. Влияние градиента температуры на резонансные колебания	7		0	3	0	
24.	Тема 24. Влияние градиента температуры на резонансные колебания	7		0	3	0	
25.	Тема 25. Влияние градиента температуры на резонансные колебания	7		0	3	0	
26.	Тема 26. Влияние градиента температуры на резонансные колебания	7		0	0	0	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	50	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Объекты исследования, задачи и методы исследования

Тема 2. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Пульсирующие и колеблющиеся потоки. Уравнения, описывающие термодинамический перенос в трубах (изотермическая стенка). Параметры подобия. Решение методом возмущений (изотермическая стенка). Анализ граничных условий на поршне и на стенках трубы. Перенос при слабой диссипации: уравнение Честера.

Тема 3. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

практическое занятие (4 часа(ов)):

Пульсирующее течение в канале. Низкочастотное разложение

Тема 4. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

практическое занятие (4 часа(ов)):

Пульсирующее течение в канале. Высокочастотное разложение

Тема 5. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

практическое занятие (4 часа(ов)):

Аннулярный эффект Ричардсона

Тема 6. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

практическое занятие (4 часа(ов)):

Уравнения, описывающие колебания в трубах в случае теплоизолированной стенки.

Тема 7. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

Тема 8. Резонансные колебания газа в закрытой трубе

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Решение уравнений первого приближения. Общие свойства полученных результатов. Теория резонансных колебаний газа с учетом поглощения. Резонансные колебания в закрытой трубе при слабой диссипации, анализ полученных результатов. Субгармонические нелинейные резонансы при слабой диссипации.

Тема 9. Резонансные колебания газа в закрытой трубе

практическое занятие (4 часа(ов)):

Расчет безразмерной амплитуды колебаний газа и констант интегрирования.

Тема 10. Резонансные колебания газа в закрытой трубе

Тема 11. Резонансные колебания газа в трубе с открытым концом

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Граничные условия на открытом конце: обзор. Теория резонансных колебаний. Сравнение с экспериментом.

Тема 12. Резонансные колебания газа в трубе с открытым концом

практическое занятие (4 часа(ов)):

Аналитический расчет граничных условий на открытом конце

Тема 13. Резонансные колебания газа в трубе с открытым концом

Тема 14. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Интегрирование уравнений, описывающих вторичные течения. Определение констант. Анализ полученных решений. Получение выражения термоакустического теплового потока. Расчет акустотермического теплового потока. Анализ полученных результатов.

Тема 15. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах

практическое занятие (4 часа(ов)):

Расчет осредненных по времени величин второго порядка.

Тема 16. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах

практическое занятие (4 часа(ов)):

Зависимости максимальной осевой скорости вторичных течений в ядре потока от числа Прандтля

Тема 17. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах

Тема 18. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Полуэмпирические модели турбулентности. Сравнение разных моделей. Анализ энергетического баланса в турбулентных колеблющихся потоках в случае, когда турбулентность распространяется от стенки к оси трубы в течение части периода колебаний. Резонансные колебания в закрытой трубе при слаборазвитой турбулентности. Резонансные колебания в трубе с открытым концом.

Тема 19. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах

практическое занятие (3 часа(ов)):

Критерии перехода к турбулентности Меркли и Томана, Иенсена, Ооми.

Тема 20. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах

практическое занятие (3 часа(ов)):

Распределение касательного напряжения в пристеночной области в фазе ускорения и торможения.

Тема 21. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах
практическое занятие (3 часа(ов)):

Распределение скорости в пристеночной области и ядре потока. Особенности колебаний при полностью развитой турбулентности

Тема 21. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах

Тема 22. Влияние градиента температуры на резонансные колебания
лекционное занятие (6 часа(ов)):

Получение волнового уравнения для колебаний при наличии осредненного градиента температуры. Расчет резонансных колебаний в закрытой трубе при наличии скачка температуры с учетом пристеночного поглощения. Анализ полученных результатов и сравнение с результатами при отсутствии поглощения. Резонансные колебания в закрытой и открытой трубах при наличии стека. Распространение бегущей волны через стек. Влияние геометрических размеров стека на амплитуду колебаний давления газа.

Тема 23. Влияние градиента температуры на резонансные колебания
практическое занятие (3 часа(ов)):

Расчет резонансных колебаний в закрытой трубе при наличии скачка температуры без учета пристеночного поглощения

Тема 24. Влияние градиента температуры на резонансные колебания
практическое занятие (3 часа(ов)):

Влияние ориентации поршня относительно скачка температуры.

Тема 25. Влияние градиента температуры на резонансные колебания
практическое занятие (3 часа(ов)):

Влияние расстояния между пластинами стека на амплитуду колебаний давления газа в трубе

Тема 26. Влияние градиента температуры на резонансные колебания

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах	7		подготовка к контрольной работе	10	контроль-ная работа
10.	Тема 10. Резонансные колебания газа в закрытой трубе	7		подготовка к контрольной работе	10	контроль-ная работа
13.	Тема 13. Резонансные колебания газа в трубе с открытым концом	7		подготовка к контрольной работе	10	контроль-ная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
17.	Тема 17. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах	7		подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
21.	Тема 21. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах	7		подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
26.	Тема 26. Влияние градиента температуры на резонансные колебания	7		подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
	Итого				58	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Для изучения дисциплины учебным планом предусмотрено: 36 часов - лекций, 50 часов практических занятий и 58 часов самостоятельной работы студентов. По мере прохождения курса и изучения дисциплины студентам задаются контрольные вопросы. На практических (семинарских) занятиях предлагаются короткие дискуссии и обсуждение отдельных тем курса, выполняется решение задач. Самостоятельная работа состоит из работы над темами для самостоятельного изучения, подготовки к практическим занятиям, выполнения домашних контрольных работ и подготовки к экзамену. По завершению курса форма контроля - экзамен. Перед экзаменом - плановая консультация по всему курсу. К экзамену допускаются студенты, выполнившие аудиторные и домашние контрольные работы. Аттестация и экзамен ставится по итогам занятий - регулярности посещения занятий, участия в дискуссиях, выполнению аудиторных и домашних заданий. На экзамене студенту предлагается ответить на два вопроса по изучаемому курсу. При необходимости преподаватель может задавать дополнительные вопросы по его усмотрению.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение

Тема 2. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

Тема 3. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

Тема 4. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

Тема 5. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

Тема 6. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

Тема 7. Общие закономерности, описывающие колебания в трубах

контрольная работа , примерные вопросы:

Уравнения нулевого, первого и второго приближения для теплоизолированной стенки. Граничные условия на поршне при наличии конусного переходника.

Тема 8. Резонансные колебания газа в закрытой трубе

Тема 9. Резонансные колебания газа в закрытой трубе

Тема 10. Резонансные колебания газа в закрытой трубе

контрольная работа , примерные вопросы:

Резонансные колебания вязкого теплопроводного газа при слабой диссипации. Параметр трения. Константы интегрирования и безразмерная амплитуда колебаний давления газа

Тема 11. Резонансные колебания газа в трубе с открытым концом

Тема 12. Резонансные колебания газа в трубе с открытым концом

Тема 13. Резонансные колебания газа в трубе с открытым концом

контрольная работа , примерные вопросы:

Распределение осевой скорости в ядре течения и пограничном слое, распределение нормальной скорости в ядре и пограничном слое, влияние пристеночного поглощения на осевую скорость. Влияние безразмерной частоты колебаний на распределение теплового потока.

Тема 14. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах

Тема 15. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах

Тема 16. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах

Тема 17. Вторичные течения и акустотермические эффекты при колебаниях газа в трубах

контрольная работа , примерные вопросы:

Распределение осевой скорости в ядре течения и пограничном слое, распределение нормальной скорости в ядре и пограничном слое, влияние пристеночного поглощения на осевую скорость. Влияние безразмерной частоты колебаний на распределение теплового потока.

Тема 18. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах

Тема 19. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах

Тема 20. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах

Тема 21. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах

контрольная работа , примерные вопросы:

Анализ граничного условия в случае, когда на открытом конце трубы формируется турбулентная пульсирующая струя.

Тема 21. Влияние турбулентности на резонансные колебания в трубах

Тема 22. Влияние градиента температуры на резонансные колебания

Тема 23. Влияние градиента температуры на резонансные колебания

Тема 24. Влияние градиента температуры на резонансные колебания

Тема 25. Влияние градиента температуры на резонансные колебания

Тема 26. Влияние градиента температуры на резонансные колебания

контрольная работа , примерные вопросы:

Расчет резонансных колебаний в полуоткрытой трубе при наличии скачка температуры. Термоакустические машины. Особенности колебаний в трубе при наличии стека.

Итоговая форма контроля

экзамен (в 7 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

1. Уравнения нулевого, первого и второго приближения для теплоизолированной стенки.
2. Резонансные колебания вязкого теплопроводного газа при слабой диссипации.
3. Распределение осевой скорости в ядре течения и пограничном слое
4. Анализ граничного условия в случае, когда на открытом конце трубы формируется турбулентная пульсирующая струя.
5.

7.1. Основная литература:

Волков, К.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Электронный ресурс] : / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2012. ? 466 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637 ? Загл. с экрана.

Давыдова М. А. Лекции по гидродинамике: учеб. пособие - Москва: Физматлит, 2011 - 215с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5264

Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа: учебник: 6 - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2017 - 272с. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=544277>

7.2. Дополнительная литература:

Мазо А. Б. и др. Гидродинамика: учебное пособие для студентов нематематических факультетов - 2014 - URL: <http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-772753.pdf>

Ландау Л. Д. и др. Теоретическая физика: : В 10 т. Гидродинамика - Москва: Физматлит, 2001 - 736с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2232

Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): Учебник: 2 - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2018 - 704с. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=926430>

7.3. Интернет-ресурсы:

Автоколебания газа в установках с горением - <http://window.edu.ru/resource/444/37444>

Волновая энергетическая установка - <http://www.findpatent.ru/patent/244/2440510.html>

Волновая энергетическая установка (патент РФ ♦ 2330987) - <http://www.freepatent.ru/patents/2330987>

Колебания и волны - http://znaniya-sila.narod.ru/library/pdf_00/mgu_kv.pdf

Энергия мегалитов - http://energyvacuum.umi.ru/energiya_megalitov/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Колебания и волны в энергетических установках" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Для самостоятельной работы студентам потребуется возможность выхода в Internet.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено.

Автор(ы):

Ларионов В.М. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Митрофанов Г.А. _____

"__" _____ 201__ г.